

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ЩОДО ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ВОД І ЇХ НОРМАТИВІВ

1.1 Показники якості природних вод

1.1.1 Коротко про показники

Якість природних вод (властивості і склад, у цілому стан) задається показниками. Це може бути один показник або цілий набір показників.

Набір показників за їх особливостями можна поділити на різні групи. По тому, що характеризують показники, вони можуть бути:

- загальними і специфічними;
- фізичними, хімічними та біологічними;
- простими, груповими та комплексними.

За призначенням показники можна поділити на *основні* і *додаткові*, *лімітуючі* (нормовані) і *репрезентативні*.

Крім того, по тому, як показники характеризують водне середовище, вони можуть бути *кількісними*, *якісними* та *змішаними*.

Кількісні (абсолютні та відносні, розмірні та безрозмірні) показники чисельно характеризують склад і властивості води. Концентрація речовини у воді – це як правило абсолютний (розмірний) показник. Частіше за все він має розмірність мг/дм^3 , г/м^3 , рідше – мкг/дм^3 , нг/дм^3 . Кількість плаваючих домішок, у тому числі нафтових плівок і агрегатів (грудочок), характеризують концентрацією з розмірністю мг/м^2 , мкг/м^2 та нг/м^2 . Крім того, цей показник може бути безрозмірним (відносним) – солоність морської води вимірюється в ‰ (г/кг).

Якісні показники – це словесна характеристика природних вод (за токсобністю води можуть бути *оліго-*, *мезо-* або *політоксобрними*).

Змішані – словесна і чисельна характеристика («прісна» – це вода з мінералізацією до 1000 мг/дм^3).

Один показник, що характеризує якість води у цілому, як правило, є якісним або змішаним (комплексним).

Кожен показник одночасно входить до різних груп. Наприклад, температура є загальним, фізичним, простим, кількісним показником; мінералізація – загальний, хімічний, груповий, змішаний показник; трофність – загальний, біологічний, комплексний, якісний показник; нафтопродукти – специфічний, хімічний, груповий, кількісний показник.

Розглянемо ці групи показників.

1.1.2 Загальні і специфічні, основні і додаткові

Загальні показники є характерними для будь-яких водних об'єктів. Найбільша частина з них обов'язково входить до повних програм спосте-

режень за якістю вод. Деякі показники виділені окремо у санітарних та рибогосподарських нормах.

Перелік загальних вимог до складу і властивостей води у водних об'єктах господарсько-питного та комунально-побутового призначення включає такі показники: завислі речовини, плаваючі домішки, забарвлення, запахи, присмаки, температура, рН, мінералізація, розчинений кисень, БСК_{повн}, ХСК, хімічні речовини, збудники хвороб, лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП), колифаги.

Загальні вимоги до складу та властивостей води водних об'єктів рибогосподарського призначення включають усі перелічені показники (крім ХСК, ЛКП та колифаги; вони не нормовані у рибогосподарських нормах) і додатково такий показник як токсичність.

Присутність у воді *специфічних* показників обумовлена місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт (феноли, нафтопродукти, важкі метали, пестициди, СПАР тощо).

До переліків санітарно-гігієнічних і рибогосподарських ГДК речовин входить частина загальних та всі специфічні показники.

Загальні показники іноді називають основними. Однак цей термін найчастіше використовують у випадках, коли йдеться про показники, значення яких суттєво перевищує нормативи. Такі показники у першу чергу повинні бути внесеними до програм спостережень за якістю води у розглядуваному водному об'єкті. Тому, *основні* – це показники, які мають пріоритет при організації спостережень. Ця група може об'єднувати і загальні, і специфічні показники.

Додаткові показники сумісно з основними складають повні або розширені програми спостережень.

1.1.3 Фізичні, біологічні та хімічні

Фізичні показники якості характеризують властивості вод. Усі ці показники є загальними. До них відносяться такі показники [11].

Забарвлення (кольоровість). Забарвлення води обумовлюється вмістом органічних (забарвлених) сполук. Речовини, які визначають забарвлення води, надходять у воду внаслідок вивітрювання гірських порід, внутрішньоводоймових процесів продукування, з підземним стоком, із антропогенних джерел. Інтенсивне забарвлення знижує органолептичні властивості води, зменшує вміст розчиненого кисню. Забарвлення вимірюється у градусах.

Запах. Запах води створюється специфічними речовинами, які надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, які є у воді, і надходження з внутрішніх (алохтонних) джерел. Запах води вимірюється у балах.

Температура води. У водних об'єктах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішнього джерела. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Температура води вимірюється в градусах Цельсія ($^{\circ}\text{C}$).

Прозорість. Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, які знаходяться у воді у завислому і колоїдному стані. Прозорість визначає перебіг біохімічних процесів, які потребують освітленості (первинне продукування, фотоліз). Прозорість вимірюється у сантиметрах.

Електропровідність – це чисельний вираз здатності водного розчину проводити електричний струм. Електрична провідність природної води залежить, в основному, від концентрації розчинених мінеральних солей і температури. Одиниця вимірювання – міліСіменс/см (мСм/см) [15].

Природні води являють собою суміш розчинів електролітів. Мінеральну частину розчинів складають іони Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- . Саме ними обумовлюється електропровідність природних вод. Рівні електропровідності природної води приблизно орієнтують на ступені її мінералізації. Ускладнення, що виникають при оцінках сумарної мінералізації по питомій електропровідності, пов'язані з неоднаковою питомою електропровідністю розчинів різних солей, а також з підвищенням електропровідності при збільшенні температури.

Нормовані величини мінералізації приблизно відповідають питомій електропровідності 2 мСм/см (1000 мг/дм^3) і 3 мСм/см (1500 мг/дм^3) як хлоридній (в перерахунку на NaCl), так і карбонатній (в перерахунку на CaCO_3) мінералізації.

Окисно-відновний потенціал (Eh) – це міра хімічної активності елементів або їх сполук у зворотних хімічних процесах, пов'язаних із зміною заряду іонів в розчинах [15]. Значення окисно-відновних потенціалів вимірюється у вольтах (мілівольтах). В природній воді значення Eh коливається від 400 до + 700 мВ. Визначається сукупністю окиснювальних і відновних процесів і в умовах рівноваги характеризує середовище за всіма елементами зі змінною валентністю. Встановленням редокс-потенціалу, також, визначаються умови, при яких можлива міграція металів. За редокс-потенціалом розрізняють декілька типів ситуацій у природних водах:

1. *Окиснювальний тип* – із значеннями Eh^+ (100–150) мВ та присутністю вільного O_2 , а також цілого ряду елементів у вищій формі своєї валентності (Fe^{3+} , Mo^{6+} , As^{5+} , V^{5+} , U^{6+} , Sr^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{4+}).

2. *Перехідний окисно-відновний тип* – з значеннями Eh^+ (100–0) мВ, нестійким геохімічним режимом при змінній концентрації H_2S і кисню. В цих умовах відбувається слабе окислення і слабе відновлення металів.

3. *Відновний* – характеризується негативними значеннями Eh з при-

сутністю у підземних водах металів низького ступеня валентності (Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{4+} , V^{4+} , U^{4+}), а також H_2S .

Біологічними показниками якості характеризують кількість живих організмів у воді, а також у цілому стан вод. Як і фізичні показники вони усі є загальними. До біологічних показників відносять бактеріологічні і гідробіологічні [11].

Бактеріологічні показники характеризують забруднення води патогенними мікроорганізмами. До числа найважливіших бактеріологічних показників відносять: *колі-індекс* – кількість кишкових паличок в 1 дм^3 води; *колі-тітр* – об'єм води, який припадає на одну кишкову паличку; лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП); чисельність коліфагів.

Гідробіологічні показники дають можливість оцінити якість води за кількістю тварин і рослинності водойм. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися при настільки слабкому забрудненні водних об'єктів, що не виявляється ніякими іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими.

До них відносять такі показники: загальну чисельність (біомасу) особин усіх видів; кількість (біомасу) особин одного виду; сапробність; трофність; індекси видової різноманітності та інші.

Сапробність – це ступінь насичення води органічними речовинами. Відповідно до цього підходу водні об'єкти (або їх ділянки) у залежності від вмісту органічних речовин підрозділяють на *полісапробні*, *мезосапробні* та *олігосапробні*. Найбільш забрудненими є полісапробні водні об'єкти. Кожному рівню сапробності відповідає свій набір *індикаторних організмів-сапробіонтів*. На основі індикаторної значущості організмів і їх кількості обчислюють індекс сапробності, за яким визначається рівень сапробності.

Трофність являє собою характеристику первинного продукування водного об'єкта. Вона залежить від цілого ряду фізичних властивостей водного середовища і його хімічного складу. Води можуть бути з низьким (*оліготрофні*), з середнім (*мезотрофні*), з високим (*евтрофні*), з дуже високим (*політрофні*) і з надзвичайно високим (*гіпертрофні*) первинним продукуванням.

Індекси видової різноманітності (Маргалефа, Менхінка, Шенона та ін.) характеризують *структуру водних екосистем*, що перебуває в залежності від стану водного середовища. Як правило, видова різноманітність змінюється зі збільшенням ступеня забруднення водних об'єктів. Тому зміна структурних характеристик екосистеми є показником зміни якості води.

Хімічні показники характеризують склад природних вод. Вони можуть бути [11] загальними і специфічними. До числа *загальних* хімічних відносяться наступні показники якості води.

Завислі речовини. Джерелами завислих речовин можуть служити процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, розмив донних відкладів, продукти

метаболізму і розкладання гідробіонтів, продукти хімічних реакцій і антропогенні джерела. Завислі речовини впливають на глибину проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність гідробіонтів, призводять до замулювання водних об'єктів, зумовлюючи їхнє екологічне старіння (евтрофування). Вміст завислих речовин вимірюється в г/м^3 (мг/дм^3).

Водневий показник (рН). У природних водах концентрація іонів водню залежить, головним чином, від співвідношення концентрації вугільної кислоти та її іонів. Джерелами вмісту іонів водню у воді є також гумінові кислоти, присутні у кислих ґрунтах і, особливо, у болотних водах, та гідроліз солей важких металів. Від рН залежить розвиток водних рослин, характер протікання процесів продукування.

Мінералізація визначається за сумарним вмістом семи головних іонів: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові і стічні води. Негативний вплив на людину і гідробіонтів справляє як висока, так і надмірно низька мінералізація води.

Жорсткість є властивістю природної води, зумовленою, головним чином, розчиненими в ній солями кальцію і магнію. Кальцій і магній складають більшість мінералів, що утворюють поверхневі ґрунтові шари. В природних умовах іони кальцію, магнію та інших лужноземельних металів потрапляють у воду при взаємодії розчиненого у воді CO_2 з карбонатними мінералами. Джерелом цих іонів можуть бути також мікробіологічні процеси в ґрунтах на площі водозбору або у донних відкладах чи у техностоках.

Загальну жорсткість визначає сумарний вміст солей кальцію і магнію. Вона підрозділяється на карбонатну і некарбонатну. *Карбонатна* – визначається концентрацією гідрокарбонатів і карбонатів (при $\text{pH} > 8,3$), солями кальцію і магнію.

Некарбонатна – концентрацією розчинених у воді кальцієвих і магнієвих солей сильних кислот (хлоридів, сульфатів, ін.). При кип'ятінні гідрокарбонати переходять в карбонати і випадають в осад. Тому карбонатну жорсткість називають *тимчасовою* або *переборною*. Жорсткість, що залишається після кип'ятіння, називається *постійною*. Жорсткість вимірюється в мг-екв/дм^3 , коливається в широких межах.

Розчинений кисень. Основними джерелами надходження кисню у водні об'єкти є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез, а також дощові і талі води, що, як правило, перенасичені киснем. Окисні реакції є основними джерелами енергії для більшості гідробіонтів. Основне споживання розчиненого кисню відбувається у процесі дихання гідробіонтів і окислювання органічних речовин мікроорганізмами. Низький вміст розчиненого кисню (анаеробні умови) позначається на всьому комплексі біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті.

Біохімічне споживання кисню (БСК). БСК визначається як кількість кисню, що споживається мікроорганізмами при окислюванні органічних

речовин, які містяться в одиниці об'єму води, за визначений період часу. На практиці БСК оцінюють за п'ять діб (БСК₅) та за двадцять діб (БСК₂₀). Зазвичай БСК₂₀ трактують як повне БСК (БСК_{ПОВН}), ознакою якого є початок процесів нітрифікації в пробі води. БСК є оцінкою загального забруднення води органічними речовинами.

Хімічне споживання кисню (ХСК). ХСК визначається як кількість хімічного окислювача у перерахунку на кисень, необхідний для окислювання органічних і мінеральних речовин, що містяться в одиниці об'єму води. При визначенні ХСК використовують біхромат калію (K₂Cr₂O₇). Насамперед ХСК дозволяє судити про забруднення води органічними речовинами, але як і БСК не дає інформації про склад забруднення.

Азот. Азот може знаходитись в природних водах у вигляді вільних молекул N₂ і різноманітних сполук у розчиненому, колоїдному або завислому стані. У загальному азоті природних вод прийнято виділяти органічну і мінеральну форми. Основними джерелами надходження азоту є внутрішньоводоймові процеси, газообмін з атмосферою, атмосферні опади й антропогенні джерела. Різні форми азоту можуть переходити одна в іншу в процесі кругообігу азоту. Азот відноситься до числа найважливіших лімітуючих біогенних елементів. Високий вміст азоту прискорює процеси евтрофування водних об'єктів.

Фосфор. Фосфор у вільному стані в природних умовах не зустрічається. У природних водах фосфор знаходиться у вигляді органічних і неорганічних сполук. Основна маса фосфору знаходиться в завислому стані. Сполуки фосфору надходять у воду в результаті внутрішньоводоймових процесів, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладами і з антропогенних джерел. На вміст різних форм фосфору впливають процеси його кругообігу. На відміну від азоту кругообіг фосфору незбалансований, що визначає його більш низький вміст у воді. Тому фосфор найчастіше виявляється тим біогенним елементом, вміст якого визначає характер процесів продукування у водних об'єктах.

До *специфічних* хімічних показників якості води, що зустрічаються найчастіше, відносяться:

Феноли. Вміст фенолів у воді, поряд із надходженням їх з антропогенних джерел, може визначатися метаболізмом гідробіонтів і біохімічною трансформацією органічних речовин. Джерелом надходження фенолів є гумінові речовини, що утворюються в ґрунтах і торфовищах. Феноли справляють токсичний вплив на гідробіонтів і погіршують органолептичні властивості води.

Нафтопродукти. До нафтопродуктів відносять палива, олії, бітуми і деякі інші продукти, що представляють собою суміш вуглеводнів різних класів. Джерелами надходження нафтопродуктів є виливи при їх видобутку, переробці і транспортуванні, а також стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів може виділятися в результаті внутрішньоводоймових про-

цесів. Вуглеводні, які входять до складу нафтопродуктів, мають токсичний і, до деякої міри, наркотичний вплив на живі організми, вражаючи серцево-судинну і нервову системи.

ПАР і СПАР. До поверхнево активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, що мають різко виражену спроможність до адсорбції на поверхні поділу «повітря – рідина». У переважній більшості поверхнево-активні речовини, що потрапляють у воду, є синтетичними (СПАР). СПАР мають токсичний вплив на гідробіонтів і людину, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутрішньоводомових процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, що повільно розкладаються.

Пестициди. Під пестицидами розуміють велику групу штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, застосовуваних для боротьби з бур'янами, комахами і захворюваннями сільськогосподарських рослин. Основним джерелом їх надходження є поверхневий і дренажний стік із сільськогосподарських територій. Пестициди мають токсичну, мутагенну і кумулятивну дію, руйнуються повільно.

Важкі метали. До цієї групи відносяться метали з питомою вагою більшою, ніж у заліза. З них найбільш поширеними є свинець, мідь, цинк, а найбільш небезпечними – ртуть, свинець, кадмій, миш'як. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах.

1.1.4 Прості, групові та комплексні

Прості показники характеризують властивість водного середовища або кількість конкретної речовини чи живих організмів одного виду у ньому. Наприклад, температура, прозорість, кольоровість, розчинений O_2 , рН, ЛКП, коліфаги, Hg^{2+} , Pb^{2+} , As^{3+} , ДДТ та інші.

Групові показники характеризують вміст у водному середовищі групи речовин або живих організмів, об'єднаних за певною ознакою.

Існують групові показники, які розраховують за простими показниками. До цих показників відноситься сума концентрацій речовин у частках від їх ГДК (ψ)

$$\psi = \sum_{i=1}^m (C_i / ГДК_i), \quad (1.1)$$

де m – кількість речовин з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ);

C_i – концентрація i -тої речовини.

Показник ψ є характеристикою вмісту групи речовин з ефектом сумарної дії у водному середовищі (п. 1.3.2, 1.3.3). Його використовують при оцінці якості вод.

Узагальнений показник шкідливості вод R [8], визначений з основного відношення, також є груповим:

$$\psi = \sum_1^m (C_i / \Gamma ДК_i) \leq 1 \quad \Rightarrow \quad \psi = SR \leq 1,$$

де
$$R = (1/S) \sum_1^m (C_i / \Gamma ДК_i) = \sum_1^m (a_i / \Gamma ДК_i) = (1/[\Gamma ДК]) \sum_1^m (a_i / \xi_i); \quad (1.2)$$

$$S = \sum_1^m C_i; \quad a_i = C_i / S; \quad \xi_i = \Gamma ДК_i / [\Gamma ДК]; \quad [\Gamma ДК] = \sum_1^m \Gamma ДК_i.$$

Показник R як і ψ характеризує вміст речовин з ефектом сумачі у водному середовищі.

Легко помітити, що показник R залежить тільки від співвідношення концентрацій забруднювальних речовин і їх набору в стічній воді, тобто R не залежить від розводження стічної води. Показником R зручно користуватись при розрахунках ГДС речовин у водні об'єкти для підприємств, що проектуються.

До групових також відносяться такі показники як БСК, ХСК, мінералізація та інші.

Комплексні показники характеризують стан водного середовища в цілому з урахуванням усіх його властивостей і всього складу. Вони зручні для використання. Недоліки – втрата інформації про конкретні види забруднення і неоднозначність.

До комплексних відносяться *ІЗВ*, *КІЗ*, *КПЕС*, узагальнений екологічний індекс I_E , узагальнений індекс стану вод I_{CB} (тема 3) і такі гідробіологічні показники як трофність, сапробність (тема 4) та інші.

1.1.5 Лімітуючі (нормовані) і репрезентативні

При розгляді питання гідрохімічних показників якості води використовують такі поняття як, лімітуючі (нормовані) та репрезентативні показники якості води [8].

Лімітуючі показники – це всі показники, за якими визначається якість води, тобто це всі речовини, для яких визначені ГДК. Лімітуючі показники встановлюються стосовно до конкретного виду водокористування, їх перелік міститься в нормах: для господарсько-питного і комунально-побутового водокористування свій перелік речовин і їх ГДК; для рибогосподарського – свій.

Усі лімітуючі показники поділяються на три групи за ЛОШ при господарсько-питному і комунально-побутовому водокористуванні та на п'ять груп при рибогосподарському водокористуванні.

Поряд із установленням лімітуючих показників становить інтерес виділення репрезентативних гідрохімічних показників, що допомагають оцінити забруднення, обумовлене скидом конкретних видів стічних вод.

Репрезентативним називають набір гідрохімічних показників, характерних для стічних вод конкретного виробництва. Існують репрезентативні показники для целюлозно-паперової, нафтопереробної, сланцевої й інших видів промисловості, а також показники побутових і промислових стічних вод великих міст.

Ці показники дозволяють спостерігати зміни якості вод під впливом господарської діяльності і комунально-побутових стічних вод міст (під впливом антропогенних факторів).

При вирішенні цього питання виділяють два основних типи забруднення поверхневих вод:

- а) забруднення, спричинене скупченими скидами стічних вод;
- б) порушення природного стану вод під впливом джерел забруднення, що не піддається врахуванню (дрібні припливи забруднених вод, атмосферне випадання і вимивання забруднювальних речовин з різних шарів ґрунту).

У першому випадку для оцінки впливу конкретного виду діяльності людини на якість вод необхідно мати дані про склад стічних вод. Для більшості стічних вод репрезентативні показники обрані, а якщо розглядається виробництво, для якого таких показників немає, то їх визначають на підставі таких трьох принципів: показники повинні бути специфічними для розглядуваних стічних вод; їх значення повинне максимально перевищувати ГДК; після скиду у водний об'єкт швидкість трансформації показників повинна бути найменшою.

Наприклад, для целюлозно-паперової промисловості специфічним є вміст у стічних водах великої кількості лігніну, діметилсульфіду. Інші інгредієнти не є специфічними, тому що можуть надходити у великих кількостях з побутовими й іншими видами стічних вод.

Крім цього, індикаційними ознаками можуть бути співвідношення таких групових показників як перманганатне і біхроматне окислювання (ХСК), БСК і ХСК. Ці співвідношення для різних типів стічних вод знаходяться у визначених інтервалах, що дозволяє їх використовувати як характерні коефіцієнти.

У тих випадках, коли порушення якості вод не пов'язано із зосередженими випусками, тобто виникає необхідність оцінки фонового стану вод, вибір репрезентативних показників базується на спостереженнях, які ведуться вище міст зосереджених випусків стічних вод. При цьому враховуються нормативні вимоги до якості вод.

У перелік необхідних визначень рекомендується включити: ХСК; перманганатне окислювання; БСК; розчинений кисень; СПАР; феноли; нафтопродукти; іони амонію; загальну мінералізацію.

Ці показники чутливо реагують на фонове забруднення. Їх рекомендується використовувати і при оцінці забруднення за рахунок зосереджених випусків стічних вод, якщо відсутня інформація про їх склад.

За лімітуючими і репрезентативними показниками, що входять до складу режимних спостережень, можна одержати інтегральні характеристики ступеня забруднення водних об'єктів.

Необхідно відзначити, що такі показники як БСК, перманганатне окислювання, ХСК і феноли не можна використовувати при оцінці якості вод у річках, басейни яких мають велику залісеність і заболоченість. Це пояснюється великим вмістом органічних сполук природного походження. Протягом більшої частини року перелічені показники для вод таких річок перевищують ГДК.

1.2 Мутність як показник якості води

Завислі речовини (мутність) в річкових потоках і стічних водах можуть бути природного та техногенного походження [8].

Природними називаються завислі речовини, мінеральний склад яких не змінений у результаті виробничої діяльності. Живі організми, що живуть у водних об'єктах, адаптовані до мінерального складу цих речовин і до їх кількісних змін у водному середовищі, якщо ці зміни спричинені природними факторами.

Техногенні завислі речовини є результатом виробничої діяльності. Їх мінеральний склад відрізняється від мінерального складу природних завислих речовин. Вміст цих речовин у водному середовищі не є звичним для живих організмів і повинен бути чітко регламентований.

У зв'язку з цим при нормуванні скидів стічних вод, що містять завислі речовини, можна виділити два підходи. **Перший** полягає у встановленні *допустимого перевищення* зміненої (у результаті скиду стічних вод) мутності над фоновією *незалежно від значення фоновій мутності*. Такий підхід використовується при нормуванні скидів стічних вод з техногенною завислю. Допустиме перевищення мутності над природною за санітарними і рибогосподарськими нормами становить 0,25 чи 0,75 мг/дм³ для всього діапазону можливих значень фоновій мутності.

Другий підхід ґрунтується на встановленні *допустимого перевищення* зміненої мутності над фоновією *в залежності від значення фоновій мутності*. Застосовується тільки для стічних вод, що містять природні завислі речовини. Нормативи для нього ще не розроблені.

Як характеристику допустимого перевищення у контрольному створі зміненої мутності над фоновією пропонується використовувати *точність виміру* мутності існуючими на цей час методами. Похибка визначення мутності становить 10–25% від вимірюваного значення. Природні зміни мутності можуть бути дуже великими (часто за рік більш ніж у 100 разів), то-

му відхилення змінених значень мутності на 10 – 25% від природних не можна вважати помітним порушенням природного транспорту наносів [8].

Для малих значень мутності рекомендується використовувати верхню межу точності вимірів, для великих значень – нижню (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Допустиме перевищення мутності над фоном [8]

Діапазон зміни фонової мутності, мг/дм ³	Похибка виміру нижньої межі діапазону, %	Похибка виміру верхньої межі діапазону, %	Допустиме перевищення мутності над фоною, мг/дм ³
≤ 10	–	25	2,5
10–100	25	20	2,5–20,0
100–500	20	15	20,0–75,0
500–2000	15	10	75,0–200
> 2000	10	–	200

Якщо скид завислих речовин не можна регулювати (приводити його у відповідність з режимними характеристиками річки), то варто оцінювати допустимі відхилення за характеристиками меженної мутності, беручи останню за фонове значення.

Під *фоновими характеристиками якості води* розуміють такі характеристики, які визначаються загальними умовами формування якості води і є властивими розглянутому водотоку та його водозбірному басейну.

В залежності від умов розв'язуваної задачі гідрохімічний фон потоку можна представити у такий спосіб [8]:

а) **природний фон**, що характеризує якість води у водному об'єкті, гідрохімічний режим якого не порушено виробничою діяльністю вище розглянутого створу;

б) **змінений фон** характеризує якість води у водному об'єкті, гідрохімічний режим якого порушено виробничою діяльністю як наслідок зміни умов формування якості вод на басейні (меліорація, добрива, пестициди і т.п.) або численних неорганізованих скидів стічних вод;

в) **умовний фон** є характеристикою якості води вище розглянутого створу, він враховує всі види антропогенного впливу, включаючи організовані скиди стічних вод, якщо вони не враховуються в розв'язуваній конкретній задачі.

Під *фоною* мутністю річкового потоку розуміють природну мутність, обумовлену природними факторами формування стоку завислих наносів у межах басейну, долини і русла річки.

1.3 Формула води

Формула води Курлова [13] запропонована для зображення даних про хімічний склад природних вод. Ця формула має вигляд псевдо дробу, у

чисельнику якого записують аніони у порядку зменшення їх кількості (в %), в знаменнику – тим же чином записуються катіони. Значення у відсотках щодо аніонів і катіонів округляються до цілих чисел. Ліворуч від дробу дається загальна мінералізація води. Поряд указують вміст газів і мікроелементів. Справа від дробу надається температура води і дебіт води:

$$pM \frac{\text{аніони (100\%)}}{\text{катіони (100\%)}} T, D,$$

де p – специфічні компоненти, які містяться у природних водах;
 M – мінералізація води, г/дм³;
 T – температура води, °С;
 D – дебіт (для свердловин та джерел), дм³/с чи м³/д.

Для розрахунку відсоткового співвідношення кількості аніонів і катіонів їх концентрацію виражають у мг-екв/дм³. Перехід від масової концентрації (мг/дм³) до молярної концентрації еквівалентів (мг-екв/дм³) виконують шляхом ділення масової концентрації речовини на її грам-еквівалент. Один грам-еквівалент СГ дорівнює **35,45 г**; **SO₄²⁻ – 48,03 г**; **HCO₃⁻ – 61,02 г**; **Ca²⁺ – 20,04 г**; **Mg²⁺ – 12,15 г**; **Na⁺ – 22,99 г**; **K⁺ – 39,10 г**; **(Na⁺ + K⁺) – 25,0 г** (для прісних вод) и **24,0 г** (для мінералізованих).

Наприклад,

$$M_{0,26} \frac{HCO_3^- 72 \quad Cl 16 \quad SO_4^{2-} 12}{Ca^{2+} 56 \quad Mg^{2+} 28 \quad (Na^+ + K^+) 16}.$$

Ця формула має таку інформацію: загальна мінералізація води становить 0,26 г/дм³ або 260 мг/дм³; 72% з усіх головних аніонів припадає на гідрокарбонати; 16% – на хлориди; 12% – на сульфати; 56% відсотків з усіх головних катіонів припадає на кальцій; 28% – на магній и 16% – на натрій з калієм.

1.4 Нормативи показників якості

1.4.1 Коротко про нормативи

ГДК забруднювальних речовин несуть важливу функцію критерію якості води, покликаною забезпечити здоров'я людини й інших живих організмів (гідробіонтів), а також регламентувати скиди забруднювальних речовин у водне середовище.

Поняття ГДК базується на концепції *пороговості* дії хімічних речовин. Відповідно до цієї концепції для кожної речовини, що викликає ті чи інші несприятливі зміни в організмі, існують і можуть бути знайдені такі

концентрації, при яких зміни навіть найбільш чутливих показників стану (функції) організму будуть мінімальними (граничними). При більш низьких концентраціях речовина не робить шкідливого впливу і її присутність у водному середовищі в кількості, яка не перевищує ці концентрації, можна вважати безпечною.

Протягом тривалого часу розроблялися і використовувалися два види ГДК – *санітарно-гігієнічні* і *рибогосподарські*.

1.4.2 Санітарно-гігієнічні ГДК забруднювальних речовин

Санітарно-гігієнічна ГДК хімічної речовини [1] у воді – це максимальна концентрація, що не впливає прямо чи опосередковано на стан здоров'я нинішнього і наступного покоління людини при впливі на організм і не погіршує санітарні умови водокористування.

Методична схема санітарно-гігієнічних ГДК передбачає вивчення впливу забруднювальних речовин за трьома *лімітуючими ознаками шкідливості* (ЛОШ): *санітарно-токсикологічною* (чутливість живих організмів до дії токсичних речовин), *органолептичною* (смак, колір, запах) і *зальносанітарною* (інтенсивність БСК, процесів мінералізації азотовмісних речовин, розвитку і відмирання сапробної мікрофлори, тобто інтенсивність процесів самоочищення вод).

По кожній із ЛОШ визначають граничну (діючу) і підпорогову (недіючу) концентрації, за допомогою яких знаходять порогову концентрацію речовини.

За ГДК приймається мінімальна порогова концентрація з трьох, визначених за кожною із ознак шкідливості, і відмічається ЛОШ, при якій спостерігалась мінімальна порогова концентрація.

Санітарно-гігієнічні ГДК не призначалися для захисту екологічного благополуччя водойми, їх мета полягала в забезпеченні безпечних умов водокористування для людини. Вони використовуються тільки для тих водойм, що призначені для господарсько-питного і комунально-побутового водокористування.

Поява нових джерел і розширення масштабів забруднення зумовили необхідність розгляду обмеження шкідливих впливів не тільки з погляду безпеки людини, але і з погляду безпеки водних екосистем. З'явилась самостійна система рибогосподарських ГДК, спрямованих на охорону водойми як бази для організації рибальства і рибництва.

1.4.3 Рибогосподарські ГДК забруднювальних речовин

При встановленні рибогосподарських ГДК застосовується спеціальна система досліджень [1], що включає оцінку впливу хімічної речовини на процеси самоочищення води, первинне продукування органічної речовини

і на життєдіяльність окремих видів гетеротрофних гідробіонтів. Тест-об'єктами є представники різних ланок трофічного ланцюга водних екосистем (бактерії, водорості, зоопланктон, молюски, ракоподібні, риби).

Тут також покладено в основу принцип ЛОШ. Додатковими ознаками вводяться *токсикологічна* (чутливість різних видів гідробіонтів до дії токсичних речовин) і *рибогосподарська* (втрата товарної якості рибної продукції через нагромадження в ній недопустимих кількостей шкідливих речовин).

По кожній ознаці шкідливості визначається порогова концентрація токсичної речовини по набору тест-об'єктів, тобто береться порогова концентрація для найслабшої ланки з цього набору тест-об'єктів.

За ГДК приймається мінімальна порогова концентрація із п'яти, визначених по кожній з ознак шкідливості, і відмічається ЛОШ, при якій спостерігалась мінімальна порогова концентрація.

Розроблені слідом за санітарно-гігієнічними ГДК рибогосподарські нормативи стали логічним доповненням до водного санітарного законодавства. «Правила охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» і «Правила санітарної охорони морів» містять ГДК шкідливих речовин для водних об'єктів господарсько-питного, комунально-побутового водокористування і для рибогосподарських водойм.

Рибогосподарські і санітарно-гігієнічні ГДК суттєво відрізняються (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Рибогосподарські і санітарно-гігієнічні ГДК деяких речовин

Забруднювальна речовина	Рибогосподарські ГДК		Санітарно-гігієнічні ГДК	
	ЛОШ	ГДК, мг/дм ³	ЛОШ	ГДК, мг/дм ³
Аміак	токсикологічна	0,05	загальносанітарна	2,0
Анілін	–“–	0,0001	санітарно-токсик.	0,1
Гексахлоран	–“–	0,01	органолептична	0,02
ДДТ	–“–	0	санітарно-токсик.	0,1
Кадмій	–“–	0,005	–“–	0,01
Карбофос	–“–	0	органолептична	0,05
Метанол	санітарно-токсик.	0,1	санітарно-токсик.	3,0
Метазін	органолептична	1,0	органолептична	0,3
Нафтопрод.	рибогосподарська	0,05	органолептична	0,3
Ентобактер.	загальносанітарна	10,0	–	–

У зв'язку з тим, що можливості встановлення ГДК значно відстають від інтенсивності впровадження нових хімічних речовин у виробництво, постала необхідність встановлення тимчасових ГДК. Найбільш перспективним є математичний метод, що дозволяє прогнозувати токсичну дію речовини за результатами токсикологічних випробувань. Для багатьох речовин розраховані максимальні недіючі дози (МНД), які досить близько

збігаються з ГДК, одержаними в тривалих експериментах.

Так для нітросполук виведена формула [1]:

$$Lg \text{ МНД} = 0,8 * l g \text{ LD}_{50} - 3,6 , \quad (1.3)$$

де LD_{50} – летальна доза хімічної речовини, що спричиняє при введенні в організм загибель 50% тварин, мг/кг.

1.4.4 Класи небезпеки

Прийняті нормативи далекі від досконалості. Вивчаючи вплив речовин на самоочищення водного середовища [1], гігієністи в основному приділяють увагу не процесам самоочищення, а тому, наскільки вони здатні забезпечити процеси відмирання патогенних мікробів і процеси мінералізації. Іхтіологи в першу чергу оцінюють ефективність формування необхідної для риби якості води, тобто це більшою мірою торкається інтересів цілісності водної екосистеми.

У цілому система критеріїв на основі ГДК не враховує синергізму (сумарної дії) і антагонізму (придушення) забруднювальних речовин. Поза полем зору залишається кумуляція речовин водними організмами, наприклад, водоростями, з подальшим вивільненням їх під час масового відмирання водоростей. Для більшості речовин немає надійних аналітичних методів контролю.

Далі, токсичність речовин залежить від конкретної гідрохімічної ситуації: температури, рН, розчиненого кисню, комплексу органічних речовин і т.д.

І, нарешті, процеси трансформації речовин у воді включають цілий ряд стадій, причому проміжні продукти нерідко виявляються більш токсичними, чим первинна речовина. У зв'язку з цим при нормуванні скидів стічних та інших зворотних вод у водні об'єкти рибогосподарського призначення даних про ГДК недостатньо. Необхідно наводити такі дані:

– стабільність і особливості детоксикації речовини, включаючи її метаболіти і кінцеві продукти розпаду;

– кумулятивні властивості речовини, а також терміни їх дії, поза залежністю, до якої ЛОШ віднесена речовина при встановленні ГДК. Наприклад, амоній і нітрити є токсичними речовинами, але при розрахунку ГДС вони повинні бути включені і у групу з токсикологічною ЛОШ, і з загальносанітарною як біогени, нарівні з органічним і нітратним азотом.

Кумуляція речовини може супроводжуватися біонакопиченням, тобто послідовним нагромадженням (підвищенням концентрації) речовини в представниках кожного подальшого харчового рівня.

За характером трансформації речовини можуть бути поділені на 3 групи:

1) речовини, які практично не трансформуються у водних об'єктах (наприклад, NaCl);

2) речовини, метаболіти яких, вступаючи в складні сполуки з природними компонентами, змінюють характер і інтенсивність дії на гідробіоти і водні об'єкти (токсичність може зростати);

3) речовини, що піддаються деградації в природних водах шляхом послідовного перетворення в усе більш прості сполуки (метаболіти можуть бути більш токсичними, кінцевий продукт може входити в кругообіг чи виходити з нього).

Таблиця 1.3 – Відносна токсичність речовин

Група	Токсичність	LC_{50} за 96–120 ч., мг/дм ³	ГДК _{РГ} , мг/дм ³	$LC_{50} / \text{ГДК}_{РГ}$
1	Особливо висока	< 0,01	< 0,0001	100
2	Висока	1,0–0,01	0,01–0,0001	100
3	Середня	10,0–1,0	0,10–0,01	50
4	Помірна	100–10,0	10,0–0,10	10
5	Мала	1000–100	200–10,0	5
6	Дуже мала	> 1000	> 200	< 5

Таблиця 1.4 – Здатність до кумуляції

Група	Кумуляція	K_k , відношення концентрації речовини в організмі до вихідної у воді
1	Надвисока	> 1000
2	Висока	200–1000
3	Помірна	51–200
4	Слабовиражена	1,1–50
5	Відсутня	$\leq 1,0$

Таблиця 1.5 – Групи стабільності речовин за строками детоксикації (з урахуванням часу перетворення речовини і її токсичних метаболітів або таких, що підвищують сапробність)

Група	Стабільність	Час (доба) детоксикації в 20 разів (τ_{95}) при різних температурах			
		1 ⁰	4 ⁰	10 ⁰	20 ⁰
1	Мала	≤ 50	≤ 33	≤ 20	≤ 5
2	Помірна	60–100	40–70	20–30	6–10
3	Середня	100–580	70–400	30–190	10–60
4	Висока	580–1700	400–1200	190–560	60–180
5	Дуже висока	1700–3500	1200–2400	560–1100	180–365
6	Надвисока	> 3500	> 2400	> 1100	> 365

За ступенем [1] токсичності, кумуляції і стабільності речовини під-розділяють на класи небезпеки.

Перший клас – надзвичайно небезпечні забруднювальні речовини. Речовини, що лімітуються з токсикологічною і рибогосподарською ЛОШ, представлені винятково ксенобіотиками (речовинами, які не мають аналога в природі). ГДК нижче $0,00001 \text{ мг/дм}^3$ (1-а група токсичності), 1 – 2 групи кумуляції ($K_K > 200$). До цього класу відносяться речовини по кожній із зазначених ЛОШ. Постійні скиди цих речовин у рибогосподарські водні об'єкти недопустимі.

Другий клас – високо небезпечні речовини. Ксенобіотики, з токсикологічною і рибогосподарською ЛОШ, ГДК від $0,0001$ до $0,00001 \text{ мг/дм}^3$, (1-а група токсичності), 3-я група кумуляції, в окремих випадках 4-а група, якщо доведено, що виявляються патологічні явища в організмі, ураженому токсикантом, 4-а група стабільності. Для району півночі лімітуються по класу 1.

Третій клас – небезпечні речовини, ГДК від $0,01$ до $0,0001 \text{ мг/дм}^3$ (2-а група), ксенобіотики і речовини природного походження, лімітуються за токсикологічною рибогосподарською й органолептичною ЛОШ. Слабка кумуляція (4-а група, якщо не спричиняє видимих патологічних явищ і легко виводиться з організму), 3-я група стабільності ($\tau_{95} < 60$ діб).

Четвертий клас – помірно небезпечні, ГДК $> 0,01 \text{ мг/дм}^3$ (3, 4, 5, 6 групи токсичності), кумуляція відсутня, 1 і 2 групи стабільності. Речовини природного походження, частково ксенобіотики.

З наведеної додаткової інформації до рибогосподарських ГДК можна судити про недосконалість використовуваних видів нормування вмісту речовин у воді. Тому сьогодні все більше мова йде про екологічне нормування, при якому враховувався би вплив речовини не на окремий організм, а на реакцію екосистеми в цілому.

Для кожної водної екосистеми необхідно визначити власні критерії якості природного середовища, що залежать від екологічного резерву екосистеми.

В основі екологічного нормування лежить всебічний аналіз середовища, системний підхід до регулювання якості природного середовища й оцінка гранично допустимого екологічного навантаження (ГДЕН) на екосистему, при якому розглядувана екосистема може нормально функціонувати. На цей час визначені загальні принципи обґрунтування ГДЕН, реалізовані, наприклад, через концепцію асиміляційної ємності екосистем.

Всебічний аналіз середовища виконується на основі системи моніторингу, однією із задач якого є виявлення реакції біотичних складових екосистем на дію забруднювальних речовин.

Другий етап всебічного аналізу полягає у визначенні екологічно допустимих навантажень на окремі організми і популяції, а також у визна-

ченні критичної ланки екосистеми (найбільш чутливого виду організмів). За цим видом і визначається навантаження на екосистему в цілому.

1.4.5 Біогеохімічні ГДК

Поширення рибогосподарських ГДК на морські води [1] дає іноді парадоксальні результати. Наприклад, ГДК цинку дорівнює 10 мкг/дм^3 , що нижче від середньої концентрації цього елемента у Світовому океані. Таким чином, може скластися враження про глобальне забруднення Світового океану цинком, що не відвідає дійсності.

Відповідно до основних положень *біогеохімії* і *геохімічної екології*, організми і екосистеми еволюційно адаптувалися до хімічних факторів середовища. Тому є підстави стверджувати, що існуючі в цей час концентрації металів у Світовому океані оптимальні для біологічного населення, а крайні межі відбивають критичні рівні недостатнього (якщо елемент потрібен для життєдіяльності) чи надлишкового (якщо елемент токсичний) вмісту елемента в морському середовищі.

Надлишковий рівень і є еволюційно обумовленою межею зони максимально допустимого вмісту металу для всього населення Світового океану. Ці положення дозволили С.А. Патіну [1] розробити новий підхід (*біогеохімічний*) визначення ГДК тих елементів, які є природними компонентами складу води в морському середовищі.

Таблиця 1.6 – ГДК деяких речовин для морських та океанічних вод

Забруднювальна речовина	Верхній поріг толерантності		МНД (максимальна недіюча концентрація), мг/дм^3	ГДК для вод, мг/дм^3		Рибогосподарські ГДК, мг/дм^3
	океан	море		океан	море	
Ртуть	0,0001	0,001	0,0001	0,0001	0,001	0,005
Свинець	0,005	0,010	0,010	0,010	0,010	0,0100
Цинк	0,050	0,050	0,010	0,050	0,050	0,010
Мідь	0,005	0,005	0,001–0,005	0,005	0,005	0,010
Нафтопродукти	–	–	0,010	0,010	0,010	0,050
ДДТ, ПХБ та інші	–	–	0,00001	0,00001	0,00001	0
Детергенти	–	–	10^{-1} – 10^{-11}	10^{-1} – 10^{-11}	10^{-1} – 10^{-11}	10^{-1} – 10^{-11}

Для кожного компонента встановлюється *біологічно допустимий (толерантний)* діапазон концентрацій у морській і океанічній воді (табл. 1.6) за формулою:

$$L_B = C_{CEP} + 2\sigma(C) \quad \text{та} \quad L_H = C_{CEP} - 2\sigma(C), \quad (1.4)$$

де L_B і L_H – верхній і нижній пороги толерантності;
 $C_{СЕР}$ – середня концентрація елемента у морі або в океані;
 $\sigma(C)$ – стандартне відхилення сукупності результатів, які використовувались для оцінки $C_{СЕР}$. Перевага такого нормування у тому, що воно встановлює ГДК для всієї біоти морів і океанів.

При встановленні ГДК широко використовується також і традиційний токсикологічний метод, заснований на пошуку меж між граничними і недіючими концентраціями токсичних речовин для різних видів, груп і стадій розвитку гідробіонтів.

Причини розходження рибогосподарських ГДК для вод морів і океанів пов'язані з різницею в методиках нормування, зі специфікою хімічного складу морських вод і фізіологічних особливостей морських організмів.

1.4.6 Екологічні нормативи

Сьогодні усе більше мова йде про розробку *екологічних* (біоценотичних) ГДК. Це обумовлено недоліками діючої системи нормативів.

1. Концентрація речовин у воді не відображає токсикологічне навантаження на екосистему, тому що не враховує процеси акумуляції речовин у біологічних об'єктах і донних відкладах.

2. Видова стійкість водних тварин до токсикантів залежить не стільки від специфіки механізмів дії токсикантів, скільки від сформованої в результаті тривалого еволюційного процесу адаптації тварин до природного (фоновий) вмісту цих токсикантів.

3. Діючі ГДК не враховують специфіку функціонування водних екосистем у різних природно-кліматичних зонах (широтна й вертикальна зональність). Відомо, що різні біогеохімічні провінції (і окремі водойми) відрізняються один від одного за вмістом в поверхневих водах Pb в 2000 разів, Ni – в 1350, Zn – в 500, Cu – в 10 000, Cr – в 17 000 разів.

4. Не враховуються ефекти синергізму та антагонізму.

5. При обґрунтуванні ГДК не враховується різний трофічний статус екосистем, сезонні особливості природних факторів, на фоні яких проявляється токсичність забруднювальних речовин.

6. При розробці санітарно-гігієнічних нормативів пріоритетом є здоров'я людини, при розробці рибогосподарських – якість води, яка потрібна для риби (хоча риба не є слабкішою ланкою водних біоценозів).

Перераховані, а також деякі інші недоліки санітарно-гігієнічних і рибогосподарських нормативів не відкидають необхідність оцінки стану водних об'єктів по ГДК, але свідчать про необхідність розробки нових підходів. Загальна концепція простежується досить чітко – основними завданнями екологічного нормування й водної токсикології повинні стати:

– оцінка впливу токсичних речовин не тільки на окремі організми,

але і на надорганізмові системи (популяції й угруповання), яким властиві специфічні реакції на антропогенні фактори;

– складання пріоритетного списку речовин, на які живі організми реагують найбільш активно, з урахуванням їхньої кількості, ступеня токсичності і трансформації у водній екосистемі.

Завдання екологічної токсикології більш складні, чим «класичної», оскільки пов'язані з оцінкою токсичного впливу на більше різноманітний спектр організмів, розповсюджуваний від бактерій до ссавців.

З викладеного можна припустити, що сама по собі екологічна (біоценотична) ГДК як нормативна величина не відрізняється від діючих санітарно-гігієнічної чи рибогосподарської, оскільки визначається за єдиною схемою. Достатньо розширити до певної розумної межі кількість порогів хронічної дії за рахунок включення нових груп біоіндикаторів і враховувати в коефіцієнті запасу додаткову специфіку речовини (наприклад, здатність акумулюватися в донних відкладах).

Таким чином, установлення «біоценотичних» ГДК зводиться до визначення критичних навантажень забруднювальних речовин, що не спричиняють гноблення конкретних популяцій біоценозів, і, в остаточному підсумку, до уточнення понять «норми» й «патології» для гідробіологічних угруповань.

Встановлення екологічних нормативів у лабораторних умовах у край важко, тому необхідно виконувати нормування з урахуванням стану біоценозів у природних умовах.

ТЕМА 2. МЕТОД ДЕТАЛЬНОГО АНАЛІЗУ І НОРМИ ЯКОСТІ ВОД

2.1 Метод детального аналізу

Метод детального аналізу полягає у тому, що *виміряне або розраховане значення кожного показника* зі усього їх набору, який використовується при оцінці якості води, *порівнюється з його нормативом* (ГДК). І на основі цього аналізу дається висновок о придатності, чи не придатності води для певних потреб.

Послідовність оцінки якості вод цим методом така.

1. Для розглядуваних потреб визначаються відповідні норми.
2. Для усіх необхідних показників якості розглядуваної води виписується ЛОШ, якщо вона є, і норматив (ГДК). При оцінці якості води за санітарними нормами записується також і клас небезпеки.
3. Якщо за нормами, які використовуються для розглядуваних потреб, враховується ефект сумарної дії речовин, то показники якості води розподіляються на дві частини: перша – показники без ефекту сумації; друга – з ефектом сумації.
4. Для першої частини значення показників (кожного окремо) мають бути не більше за норматив (крім розчиненого O_2)

$$C_i \leq ГДК_i. \quad (2.1)$$

де C_i – значення і-ого показника (концентрація речовини);
 $ГДК_i$ – норматив і-ого показника (гранично допустима концентрація).

5. Показники другої частини об'єднуються у групи сумації. Для кожної групи розраховується груповий показник ψ , його значення повинно бути не більш ніж одиниця

$$\psi = \sum_1^n (C_i / ГДК_i) \leq 1, \quad (2.2)$$

де n – кількість показників (речовин) у групі сумації.

Показники у групах сумації не можна розглядати окремо і порівнювати їх значення з відповідними нормативами. Часто значення кожного показника окремо може бути менш його нормативу, але при цьому вміст речовин усієї групи у воді може не відповідати вимогам норм.

6. Оцінка якості води двобальна: якщо хоча б один показник перевищує норматив, то вважається, що вода брудна (не відповідає вимогам нормам); у протилежному випадку – чиста (відповідає нормам).

2.2 Санітарні норми якості вод

Санітарні норми використовують при оцінці якості вод для господарсько-питних та комунально-побутових цілей. У відповідності з цими нормами (а також з іншими нормами у темі 2) якість вод оцінюється методом детального аналізу.

До господарсько-питного належить [3] використання водних об'єктів як джерел централізованого господарсько-питного водозабезпечення, а також для водозабезпечення підприємств харчової промисловості.

До комунально-побутового належить [3] використання водних об'єктів для купання, занять спортом та відпочинку населення.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для розглядуваних видів водокористування (табл. 2.1); перелік ГДК речовин у воді водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питних та комунально-побутових потреб (санітарно-гігієнічні ГДК деяких речовин наведені у табл. 2.2).

У переліках ГДК зазначаються: повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ), нормативне числове значення (норматив) та клас небезпеки.

У переліку санітарно-гігієнічних ГДК речовини поділені на три групи за ЛОШ: перша група об'єднує речовини з санітарно-токсикологічною ЛОШ; друга – з органолептичною ЛОШ; третя – із загальносанітарною ЛОШ.

За санітарними нормами у групи сумачії об'єднують показники, нормовані з ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки (у формулі (2.2) n – кількість показників з однаковою ЛОШ 1 і 2 класу небезпеки). Решта показників, нормованих без ЛОШ або з ЛОШ, але 3 і 4 класу небезпеки, не мають ефекту сумарної дії.

Якщо вимоги норм не виконуються хоча б по одному з показників, то водний об'єкт або його ділянка вважаються забрудненими.

У випадку використання водного об'єкта для різних видів водокористування до якості його води ставляться вимоги того виду, у якого найбільш жорсткі норми.

При господарсько-питному та комунально-побутовому використанні водних об'єктів норми якості води [3] повинні дотримуватись:

у водотоках – на ділянці в один кілометр вище за межу району водокористування (контрольний створ розташовується на відстані 1 км);

у водоймах – на відстані 1 км від меж району водокористування в усі боки.

Якщо природні властивості і склад води не відповідають нормам водокористування, то ці природні властивості та склад води повинні витримуватись у місцях водокористування.

Таблиця 2.1 – Загальні вимоги до складу і властивостей води водотоків у місцях господарсько-питного, комунально-побутового та рибогосподарського водокористування [15]

Показник	Водокористування			
	господарсько-питне	комунально-побутове	рибогосподарське (категорії)	
			вища та перша	друга
Завислі речовини	При скиді зворотних (стічних) вод конкретним водокористувачем, проведених роботи на водному об'єкті і у прибережній зоні вміст завислих речовин у контрольному створі (пункті) не повинен збільшуватись порівняно з природними умовами більш, ніж на			
	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
Примітка:	Для водотоків, які містять у межах більше 30 мг/дм ³ природних завислих речовин, припускається збільшення їх вмісту у воді в межах 5%. Зворотні (стічні) води, які містять завислі речовини зі швидкістю осадження більшою ніж 0,2 мм/с, забороняється скидати у водойми, з більшою 0,4 мм/с – у водотоки. Вміст у воді антропогенних завислих речовин (пластівці гідроксидів металів, що утворюються під час очищення стічних вод, часточки азбесту, капрону, лавсану тощо) нормується у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.			
Плаваючі домішки	На поверхні води не повинні виявлятися плівки нафтопродуктів, масел, жирів та скупчення інших домішок.			
Забарвлення	Не повинне виявлятися у стовпчику		Вода не повинна набувати стороннього забарвлення	
	20 см	10 см		
Запахи, присмаки	Вода не повинна набувати запахів інтенсивністю більшою за 1 бал, які виявляються : безпосередньо або при подальшому хлоруванні		Вода не повинна надавати сторонніх запахів та присмаків м'ясу риби.	
Температура	Літня температура води у результаті скиду стічних вод не повинна підвищуватись більш як на 3 ⁰ С порівняно з середньомісячною температурою води найжаркішого місяця року за останні 10 років		Температура води не повинна підвищуватись порівняно з температурою водного об'єкта більш як на 5 ⁰ С із загальним підвищенням температури не більш ніж до 20 ⁰ С влітку і 5 ⁰ С взимку для водних об'єктів, які населяють холодноводні риби (лососеві та сигові) і не більш ніж до 28 ⁰ С влітку і 8 ⁰ С взимку у решті випадків. У місцях нерестовищ забороняється підвищувати температуру води взимку більш ніж до 2 ⁰ С.	
pH	Не повинен виходити за межі 6,5 – 8,5			

Продовження табл. 2.1

Мінералізація	Не більше 1000 мг/дм ³ , у тому числі хлоридів – 350 мг/дм ³ , сульфатів – 500 мг/дм ³	Нормується згідно наведеного вище показника «присмаки»	Нормується згідно з таксаціями рибогосподарських водних об'єктів.	
Розчинений кисень	Не повинен бути менше 4 мг/дм ³ у будь-який період року		У зимовий (підлітній) період повинен бути не менше 6 мг/дм ³ 4 мг/дм ³ У літній (відкритий) на усіх водних об'єктах повинен бути не менше 6 мг/дм ³	
БСК _{повн}	Не повинне перевищувати при температурі 20 ⁰ С 3 мгО ₂ /дм ³ –		3 мгО ₂ /дм ³ 3 мгО ₂ /дм ³ Якщо у зимовий період вміст розчиненого кисню у водних об'єктах вищої та першої категорій знижується до 6 мг/дм ³ , а у водних об'єктах другої категорії – до 4 мг/дм ³ , то можна припустити скид в них лише тих стічних вод, які не змінюють БСК води.	
ХСК	Не повинен перевищувати 15 мгО ₂ /дм ³ 30 мгО ₂ /дм ³		–	–
Хімічні речовини	Не повинні міститися у воді водотоків та водоймищ у концентраціях, які перевищують нормативи, встановлені у відповідності з правилами охорони поверхневих вод.			
Збудники хвороб	Вода не повинна містити збудників хвороб, в тому числі життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, волосоголовців, токсокор, фасциол), онкосфери тенеїд та життєздатні цисти патогенних кишкових найпростіших.			
Лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП) не більше	10 000 дм ³	5 000 дм ³	–	–
Коліфаги (у бляшкоутворюючих одиницях) не більше	100 в 1 дм ³	100 в 1 дм ³	–	–
Токсичність	–	–	Стічна вода на випуску у водний об'єкт не повинна справляти гострої токсичної дії на тест-об'єкти	

Примітка: риска означає, що показник не нормований.

Таблиця 2.2 – Санітарно-гігієнічні ГДК деяких речовин [15]

№ п/п	Речовина	ЛОШ	ГДК, мг/дм ³	Клас небезпеки
1	Аміак (по азоту)	саніт.–токсикол.	(2,0)	3
2	Анілін	саніт.–токсикол.	0,1	2
3	Бензол	саніт.–токсикол.	0,5	2
4	Кальцій	не нормовано		
5	Магній	не нормовано		
6	Нафта	органолептична	0,3	4
7	Нікель	саніт.–токсикол.	0,1	3
8	Нітрати (по азоту)	саніт.–токсикол.	45,0 (10,0)	3
9	Нітриди (по азоту)	саніт.–токсикол.	3,3 (1,0)	2
10	Свинець	саніт.–токсикол.	0,1	2
11	Сульфати	органолептична	500	4
12	Фенол	органолептична	0,001	4
13	Хлориди	органолептична	350	4
14	Хром (6+)	саніт.–токсикол.	0,05	3
15	Цинк	загально–санітар.	1,0	3

2.2 Рибогосподарські норми якості вод

До рибогосподарського [3] належить використання водних об'єктів для проживання, розмноження та міграції риб і інших організмів.

Рибогосподарські водні об'єкти можуть бути трьох категорій:

– до **вищої категорії** належать місця розташування нерестовищ, масового нагулу та зимувальних ям особливо цінних видів риб та інших водних організмів, а також водні об'єкти для штучного розведення риб і інших водних організмів;

– до **першої категорії** належать водні об'єкти, які використовуються для збереження та відтворення цінних видів риб з високою чутливістю до вмісту кисню;

– до **другої категорії** належать водні об'єкти, які використовуються для інших рибогосподарських цілей.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів, які використовуються для розглядуваних видів водокористування (табл. 2.1); перелік ГДК речовин у воді водних об'єктів, які використовуються у рибогосподарських цілях (рибогосподарські ГДК деяких речовин наведені у табл. 2.3).

У переліках ГДК зазначаються повна назва речовини, лімітуюча ознака шкідливості та нормативне числове значення (норматив).

У переліку рибогосподарських ГДК речовини поділені на п'ять груп за ЛОШ: у три перші групи об'єднані речовини за такими ж ЛОШ, що і у переліку санітарно-гігієнічних ГДК; четверту групу складають речовини з токсикологічною ЛОШ; п'яту – з рибогосподарською ЛОШ.

Таблиця 2.3 – ГДК деяких забруднювальних речовин у водних об'єктах рибогосподарського призначення [2]

№ п/п	Речовина	ЛОШ	ГДК, мг/дм ³
1	Аміак	токсикологічна	0,05
2	Амоній сольовий (по азоту)	токсикологічна	0,5 (0,39)
3	Анілін	токсикологічна	0,0001
4	Бензол	токсикологічна	0,5
5	Кальцій	саніт.–токсикол.	180,0
6	Магній	саніт.–токсикол.	40,0
7	Нафтопродукти	рибогосподарська	0,05
8	Нікель	токсикологічна	0,01
9	Нітрати (по азоту)	саніт.–токсикол.	40,0 (9,10)
10	Нітриди (по азоту)	токсикологічна	0,08 (0,02)
11	Свинець	токсикологічна	0,1
12	Сульфати	саніт.–токсикол.	100,0
13	Феноли	рибогосподарська	0,001
14	Хлориди	саніт.–токсикол.	300,0
15	Хром (6+)	токсикологічна	0,001
16	Цинк	токсикологічна	0,01

При оцінці якості води також використовується метод детального аналізу (див. п. 2.1).

У відповідності з рибогосподарськими нормами ефект сумарної дії мають усі речовини з однаковою ЛОШ (для рибогосподарських норм у формулі (2.2) параметр n – кількість показників з однаковою ЛОШ).

Показники, які нормовані без ЛОШ, не мають ефекту сумарності.

Якщо вимоги норм не виконуються хоча б по одному з показників, то водний об'єкт або його ділянка вважаються забрудненими.

При рибогосподарському використанні водного об'єкта норми якості води повинні виконуватись [3] в усьому водному об'єкті, починаючи з контрольного створу, який визначається у кожному конкретному випадку органами Міністерства екологічної безпеки, але не далі як за 500 м від місця скиду стічних вод.

Якщо природні властивості і склад води не відповідають нормам водокористування, то ці природні властивості та склад води повинні витримуватись у місцях водокористування.

Оцінку якості вод зручно виконувати у табличній формі (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Оцінка якості води для ... водокористування

ЛОШ	Клас	Показник	Розмірність	Значення показника (C_i)	Норматив ($ГДК_i$)	$C_i / ГДК_i$	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8

Примітки:

1. Для показників з числа загальних вимог до складу та властивостей вод в графах 1, 2 і 7 ставиться риска.
2. Після переліку речовин з ефектом сумарної дії у табл. 2.4 бажано залишити вільні рядки для запису значень показника ψ .

2.3 Норми якості вод країн ЄС

З метою впорядкування українського законодавства із законодавством *Європейського Співтовариства* [5] (ЄС) подальший законодавчо-нормативний розвиток в Україні у галузі охорони та ощадливого використання водних ресурсів буде здійснюватися на основі *Директив Ради ЄС* у цій галузі.

Директиви Ради ЄС у відношенні вод, що використовуються для купання, пиття й у рибогосподарських цілях, були прийняті ще у 1976 р. В 80-х і 90-х роках у ці Директиви вносились зміни та доповнення.

Фізичні, хімічні та мікробіологічні параметри (показники), які встановлюються для води при тому або іншому водокористуванні (табл. 2.5 – 2.9), містяться у *додатках до Директив* і є їх невід'ємною частиною.

Країни – члени Співтовариства зобов'язані встановити нормативи не менш жорсткі, ніж нормативи, зазначені у додатках як *обов'язкові* (у відповідному стовпчику). Ці країни мають право у будь-яку мить встановити більш жорсткі нормативи. Якщо у додатках для будь-яких показників не наведені нормативи, то країни – члени Співтовариства можуть не встановлювати для них ніяких значень до моменту, поки ці значення не будуть визначені.

Якщо значення показника в додатках вказане як *оптимальне* (стоїть у відповідному стовпчику), то незалежно від того, вказане чи ні його обов'язкове значення, країни – члени Співтовариства під час встановлення своїх нормативів повинні намагатися дотримуватись цих значень.

Країни – члени Співтовариства повинні ухвалити заходи щодо забезпечення того, щоб у 10-річний строк з моменту опублікування Директиви якості води, яка використовується задля того або іншого водокористування, відповідали прийнятим нормативам.

Держави – члени Співтовариства повинні ввести в дію закони, правила та адміністративні правові акти, необхідні для виконання Директив та додатків до них, протягом двох років з моменту їх опублікування.

До Комісії повинні бути подані тексти основних правових актів національного законодавства, які приймаються за умов, що регулюються Директивами.

Якість вод оцінюється детальним методом (табл. 2.5 – 2.9).

Таблиця 2.5 – Вимоги до якості води, яка використовується для купання

Показник	Значення		Мінімальна частота відбору проб на місяць	Методи аналізу
	оптимальне	обов'язкове		
Загальні коліформи, шт. /100 мл	500	10000	2	підрахунок у відповідності з найбільш імовірними числами
Фекальні коліформи, шт. /100 мл	100	2000	2	—'—
Фекальні стрептококи, шт. /100 мл	100	—	4	—'—
Сальмонела, шт./1дм ³	—	0	4	концентрація методом фільтрування
Ентеровіруси PFU, шт./10 дм ³	—	0	4	—'—
pH	—	6 – 9 (0)	4	електрометрія
Колір	—	відсутність незвичної зміни кольору	2	візуально
	—	—	4	фотометрія
Мінеральні масла, мг/дм ³	—	відсутність плівки на поверхні та запаху	2	візуально
	—	—	4	екстракція за зважуванням сухого залишку
ПАР, мг/дм ³	—	відсутність довготривалої піни	2	візуально
	0,3	—	4	абсорбційна спектрофотометрія
Феноли, мг/дм ³ C ₆ O ₅ OH	—	відсутність специфічного запаху	2	підтвердження відсутності
	—	0,005	4	абсорбційна спектрофотометрія
Прозорість, м	2	1(0 ⁰)	2	диск Секкі
Розчинений кисень, % насиченості O ₂	80–120	—	4	електрохімічний
Смолисті опади, плаваючі матеріали	відсутність	—	2	візуальний та перевірка

Продовження табл. 2.5

Амоній, мг/дм ³ NH ₄ ⁺			6	абсорбційна спектрометрія
Кейлдахлазот, мг/дм ³			6	метод Кейлдахла
Пестициди (паратон, НСН, діелдрін), мг/дм ³			4	хроматографія
Важкі метали (As, Cd, Cr ^{VI} , Pb, Hg), мг/дм ³			4	абсорбційна спектрофотометрія
Ціаніди, мг/дм ³ CN			4	абсорбційна спектрофотометрія
Нітрати, мг/дм ³ NO ₃			4	абсорбційна спектрофотометрія
Фосфати, мг/дм ³ PO ₄			4	абсорбційна спектрофотометрія

Примітки:

1. Позначкою (0) помічені значення, які можуть бути перевищені у випадку відповідних географічних або метеорологічних умов.
2. Вода для купання вважається такою, що відповідає нормам, якщо результати проб цієї води відповідають нормативам якості у співвідношенні: 95% проб для обов'язкових нормативів, 90% у решті випадків, за виключенням показників «загальні колі форми» та «фекальні колі форми», для яких допустимим є процентне значення 80%, а також у 5, 10 і 20% проб, які не відповідають встановленим нормативам: відсутні відхилення від нормативів більше ніж на 50%, окрім мікробіологічних показників, рН та розчиненого кисню; відсутні відхилення від нормативів у пробах, послідовно відібраних одна за одною через відповідні проміжки часу.

Таблиця 2.6 – Нормативи якості вод, які використовуються для пиття (ЄС)

Показник	Значення для А1		Значення для А2		Значення для А3	
	оптимальне	обов'язкове	оптимальне	обов'язкове	оптимальне	обов'язкове
рН	6,5–8,5		5,5–9,0		5,5–9,0	
Загальні завислі частинки, мг/дм ³	25					
Температура, °С	22	25 (0)	22	25(0)	22	25(0)
Провідність при 20°С	1000		1000		1000	
Запах, коефіцієнт розводження при 25°С	3		10		20	

Продовження табл. 2.6

Нітрати, мг/дм ³ NO ₃	25	50 (0)		50 (0)		50 (0)
Фтористі сполуки, мг/дм ³ F	0,7–1,0	1,5	0,1–1,7		0,7–1,7	
Загальний хлор, мг/дм ³ Cl						
Розчинене залізо, мг/дм ³ Fe	0,1	0,3	1	2	1	
Марганець, мг/дм ³ Mn	0,05		0,1		1	
Мідь, мг/дм ³ Cu	0,02	0,05 (0)	0,05		1	
Цинк, мг/дм ³ Zn	0,5	3	1	5	1	5
Нікель, мг/дм ³ Ni						
Кобальт, мг/дм ³ Co						
Загальний хром, мг/дм ³ Cr		0,05		0,05		0,05
Свинець, мг/дм ³ Pb		0,01		0,01		0,01
Сульфати, мг/дм ³ SO ₄	150	250	150	250 (0)	150	250 (0)
Хлориди, мг/дм ³ Cl	200		200		200	
Фосфати, мг/дм ³ P ₂ O ₅	0,4		0,7		0,7	
Розчинені або емульсовані вуглеводи, мг/дм ³		0,05		0,2	0,5	1
ХСК, мг/дм ³ O ₂					30	
Розчинений кисень, % O ₂	>70		>50		>30	
БСК мг/дм ³	3		5		7	
Аміак, мг/дм ³ NH ₄	0,05		1	1,5	2	4 (0)
Загальні колі форми /100 мл	50		5000		50000	
Фекальні колі форми /100 мл	20		2000		20000	
Фекальні стрептококи /100 мл	20		1000		10000	
Сальмонела / /5000 мл	відсутність		відсутність			

Примітки:

1. В табл. 2.6 наведені деякі нормативи.
2. Питна вода: категорії А1 – проста фізична обробка та дезінфекція; категорії А2 – нормальна фізична обробка, хімічна обробка та дезінфекція, категорії А3 – інтенсивна фізична та хімічна обробка, розширена обробка та дезінфекція.
3. Вода вважається такою, що відповідає нормам питного водокористування, якщо 95% проб відповідають нормативам, зазначеним як обов'язкові; якщо 90% проб відповідають вимогам у решті випадків, а та-

Продовження табл. 2.7

Нафтові вуглеводи	відсутність			відсутність	1	візуально на смак
Неіонізований аміак, мг/дм ³	0,005	0,025	0,005	0,025	1	абсорбційна спектрофотометрія
Загальний амоній, мг/дм ³	0,04	1,0	0,2	1,0	1	абсорбційна спектрофотометрія
Загальний хлор, мг/дм ³		0,005		0,005	1	ДРД- метод
Загальний цинк, мг/дм ³		0,3		1,0	1	абсорбційна спектрометрія
Розчинена мідь, мг/дм ³	0,04		0,04		1	абсорбційна спектрометрія

Таблиця 2.8 – Нормативи для цинку при різних значеннях жорсткості води

Води	Нормативи при різній жорсткості води, мг/дм ³ CaCO ₃			
	10	50	100	500
Лососеві, мг/дм ³	0,03	0,2	0,3	0,5
Карпові, мг/дм ³	0,3	0,7	1,0	2,0

Таблиця 2.9 – Нормативи для міді при різних значеннях жорсткості води

Води	Нормативи при різній жорсткості води, мг/дм ³ CaCO ₃			
	10	50	100	300
Лососеві та карпові, мг/дм ³	0,005	0,022	0,04	0,112

Примітки:

1. Слід зазначити, що перелік параметрів, вказаних у таблиці 2.7, не включає використання інших параметрів, про які тут не згадується. Мається на увазі, що концентрація інших забруднювальних речовин повинна бути дуже низькою. При одночасній присутності двох або більше забруднювальних речовин ефект їх сумарної дії може бути значним.
2. *Водний об'єкт слід вважати таким, що відповідає нормам, якщо результати проб води відповідають обов'язковим і оптимальним нормативам: – в 95% проб – значення параметрів: рН, БСК₅, неіонізований аміак, загальний амоній, нітрати, хлор, цинк та мідь; – відсоткових значень, перелічених в табл. 2.7 для температури та розчиненого кисню; – середньої концентрації для завислих речовин.*

Від вимог Директиви можна відступитися: у випадку окремих параметрів з позначкою (0), які залежать від виключних погодних та географічних умов; якщо природне насичення води речовиною призводить до відхилення значень відповідних показників від нормативів.

2.4 Норми якості прибережних вод морів і океанів

Водоохоронний район моря [4] визначається межами прибережного району фактичного і перспективного морського водокористування населення, зони санітарної охорони та прибережної полоси суші.

Межа для прибережного району морського водокористування встановлюється глибиною в напрямку моря не менш 2 миль (приблизно 3,9 км). В залежності від конкретних санітарних, гідрофізичних, топографічних та ін. особливостей розміри району морського водокористування у напрямку моря можуть бути збільшені.

Зоною санітарної охорони для районів водокористування внутрішніх морів є вся акваторія морських вод. Межа охороняємої території суші встановлюється шириною не менш 2 км.

Склад та властивості морських вод охоронних районів моря (район водокористування та зони санітарної охорони), повинні відповідати вимогам, наведеним у табл. 2.11 і 2.12.

Таблиця 2.11 – Вимоги до якості морських вод по мікробіологічних показниках в районах водокористування населення [4]

Показник	Кількість мікроорганізмів в 1 дм ³ води (індекс) не повинна перевищувати			
	Купання	Водний спорт, а також в межах населених місць	Місця водозабору для водолікарень та басейнів	Місця водозабору для установок для опріснення
Збудники інфекційних захворювань	Не повинні визначатися			
Лактозопозитивні кишкові палички	5000	10000	100	1000
Коліфаги	100	–	–	–

ГДК шкідливих речовин, прийняті в «Правилах охорони поверхневих вод», тимчасово поширюються на водозабори господарсько-питного й оздоровчо-лікувального використання морських вод і райони водокористування. Рибогосподарські ГДК відносяться до води як річкових, так і морських рибогосподарських водойм.

Таблиця 2.11 – Вимоги до складу і властивостей морської води у місцях водокористування населення та у зоні санітарної охорони [4]

Показник складу і властивостей морської води	Вимоги і нормативи гранично допустимих показників складу та властивостей води	
	Район водокористування	Зона санітарної охорони
Плаваючі домішки	Відсутність незвичайних для морської води плаваючих речовин, що плавають на поверхні й у верхньому шарі води	Відсутність незвичайних для морської води плаваючих речовин, що плавають на поверхні й у верхньому шарі води
Запахи	Інтенсивність незвичайних для морської води запахів не повинна перевищувати поріг сприйняття (2 бали)	Інтенсивність незвичайних для морської води запахів не повинна перевищувати поріг сприйняття (2 бали)
Прозорість	Не менш 30 см за шкалою Снеллена	Не менш 30 см за шкалою Снеллена
Фарбування	Не припускається в стовпчику води морської води 10 см	Не регламентується
<i>pH</i>	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Розчинений O_2	Не менш 4,0 мг/дм ³	Не менш 4,0 мг/дм ³
БСК ₅	Не більш 3,0 мг O_2 /дм ³	Не більш 3,0 мг O_2 /дм ³
Хімічні речовини (включаючи сольовий склад морської води)	Вміст не повинен перевищувати ГДК	Не регламентується

2.5 Критерії якості іригаційних вод

Зрошення є одним з основних напрямків водоспоживання в сільському господарстві. Погана якість води може позначитися на поливних культурах і ґрунтах через нагромадження солей у кореневій зоні, на зниженні проникності ґрунтів внаслідок надмірного впливу натрію й кальцію або в результаті переносу хвороботворних організмів чи забруднювальних речовин, що є безпосередньо токсичною небезпекою для рослин.

Забруднювальні речовини із зрошувальної води можуть накопичуватися у ґрунті і зробити його через декілька років непридатним для сільського господарства. З іншого боку, речовини, що знаходяться у воді, можуть бути безпечними для рослин, але вони можуть вплинути на якість сільськогосподарської продукції.

Для зрошення сільськогосподарських земель використовують *поверхневі, підземні, стічні та зворотні води*. Якість цих вод оцінюється за кількістю завислих речовин, мінералізацією, вмістом головних катіонів, тем-